

Respons Fisiologis Tembakau (*Nicotiana tabacum* L. 'Bligon') dengan Pemberian Pupuk Nitrogen pada Kondisi Kekeringan

Physiological Response of Tobacco (Nicotiana tabacum L. 'Bligon') to Nitrogen Fertilizer Application on Drought Conditions

Salma Nur Majidah, Siti Nurbaiti, Diah Rachmawati*)

Departemen Biologi Tropika, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

*)Penulis untuk korespondensi E-mail: drachmawati@ugm.ac.id

Diajukan: 15 Mei 2025 **Diterima:** 21 Agustus 2025 **Dipublikasi:** 29 Agustus 2025

ABSTRACT

Tobacco is an important agricultural commodity in Indonesia, but it is vulnerable to drought due to climate change. This study aimed to analyze the physiological response of tobacco plants (Nicotiana tabacum L. 'Bligon') to nitrogen fertilizer application under drought conditions. The experiment was arranged in a Randomized Complete Block Design with a combination of three urea fertilizer doses (0.6; 1.2; 1.8 g/ 5 kg of growing media) and three levels of field capacity (100; 75; 50%). each treatment combination with three replications. Parameters observed included plant growth and physiological traits, and the data were analyzed using analysis of variance followed by Duncan's test at a 5% significance level. The results showed that nitrogen application significantly affected the physiological response of tobacco plant under drought conditions. The 0.6 g nitrogen dose showed a low effect on physiological and growth parameters. The 1.2 g doses moderately increased carotenoids and membrane stability index (MSI). While 1.8 g significantly improved chlorophyll, MSI, and growth parameters. These results indicated a positive correlation between physiological responses and increasing urea doses.

Keywords: drought; physiological response; tobacco; urea

ABSTRAK

Tembakau merupakan komoditas pertanian penting di Indonesia, namun rentan terhadap kekeringan akibat perubahan iklim. Penelitian ini bertujuan menganalisis respons fisiologis tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum* L. 'Bligon') terhadap pemberian pupuk nitrogen dalam kondisi kekeringan. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan kombinasi tiga dosis pupuk urea (0,6; 1,2; 1,8 g/ 5 kg media) dan tiga tingkat kapasitas lapang (100; 75; 50%), masing-masing kombinasi perlakuan dengan tiga ulangan. Parameter meliputi pertumbuhan dan fisiologis tanaman, data hasil dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji *Duncan* bertaraf signifikansi 5%. Hasil menunjukkan bahwa pemberian pupuk nitrogen berpengaruh signifikan terhadap respon fisiologis tanaman tembakau pada kondisi kekeringan. Dosis 0,6 g menunjukkan pengaruh yang rendah terhadap parameter fisiologis dan pertumbuhan tanaman. Dosis 1,2g memberikan peningkatan sedang pada kadar karotenoid dan indeks stabilitas membran (ISM). Sementara itu, dosis 1,8 g secara signifikan meningkatkan kadar klorofil, ISM, serta pertumbuhan tanaman tembakau. Hasil ini menunjukkan korelasi positif antara respons fisiologis dengan penambahan dosis urea.

Kata kunci: kekeringan; respons fisiologis; tembakau; urea

PENDAHULUAN

Sektor pertanian menjadi salah satu penopang perekonomian Indonesia, termasuk komoditas tembakau. Indonesia menjadi salah satu negara dengan penghasil tembakau yang terbesar di dunia berdasarkan data dari FAO (*Food and Agriculture Organization*) tahun 2017 (Amalina *et al.*, 2020). Tembakau (*Nicotiana tabacum* L. 'Bligon') menjadi salah satu varietas yang cocok dikembangkan pada lahan persawahan di dataran rendah seperti daerah Klaten, Magelang, dan sebagian wilayah Sleman bagian selatan. Varietas ini memiliki ciri berupa batang berwarna hijau dan berbulu, dengan bentuk daun yang lonjong dan juga acuminatus (BALITTAS, 2014). Perubahan iklim dapat menyebabkan penurunan ketersediaan air sehingga akan berdampak pada cekaman kekeringan yang mempengaruhi metabolisme tanaman, termasuk penurunan klorofil dan karotenoid (Fadli *et al.*, 2014). Untuk mengatasi cekaman kekeringan, salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan penambahan unsur nitrogen (N). Penambahan unsur hara berperan penting dalam pembentukan organ vegetatif tanaman, seperti daun, batang, dan akar, serta meningkatkan produksi klorofil. Unsur hara akan sangat diperlukan secara terus menerus karena menjadi sumber makanan untuk tanaman (Triadiawarman *et al.*, 2022). Ketersediaan nitrogen yang cukup selama fase vegetatif mendukung fotosintesis aktif, sehingga memperlancar proses pembelahan, pemanjangan, dan diferensiasi sel (Kagoya *et al.*, 2018).

Penambahan nitrogen diperlukan untuk mendukung sintesis klorofil dan meningkatkan efisiensi fotosintesis (Triadiawarman *et al.*, 2022). Menurut Budiman (2013), dosis nitrogen efektif untuk tanaman berkisar antara 0,5-2,0 g per tanaman, sedangkan tembakau mampu mentoleransi kekeringan hingga kapasitas lapang 50% (Fadli *et al.*, 2014). Dalam kondisi kekeringan, pupuk nitrogen berpotensi meminimalkan dampak cekaman kekeringan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk menganalisis respons fisiologis dan pertumbuhan tanaman tembakau *Nicotiana tabacum* L. 'Bligon') dengan pemberian

pupuk nitrogen pada kondisi kekeringan. Dari penelitian ini diharapkan diperoleh informasi dosis optimum pupuk nitrogen yang dapat meningkatkan pertumbuhan tembakau pada cekaman kekeringan.

BAHAN DAN METODE

Persiapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2024 – Februari 2025. Penanaman tembakau dilakukan di Stasiun Penelitian Karanggayam Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, serta analisis dan pengukuran parameter fisiologis dilakukan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dan Fasilitas Penelitian Bersama (FALITMA) Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada. Bahan-bahan yang dibutuhkan antara lain yaitu biji tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) varietas Bligon yang berasal dari daerah Klaten, Jawa Tengah, pupuk NPK (pupuk N merk Kujang; pupuk K dan P merk mahkota) untuk perlakuan, serta media tanam berupa tanah geluh (*loam*) dan pupuk organik kompos dengan merk Green Vallue dengan perbandingan 4:1 sebanyak 5 kg/polybag.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor. Faktor pertama yaitu dosis pupuk urea yang terdiri dari 3 taraf yaitu N1 (0,6 g), N2 (1,2 g), dan N3 (1,8 g) untuk tiap polybag. Faktor kedua berupa cekaman kekeringan dengan 3 taraf kapasitas lapang yang berbeda meliputi K1: 100%; K2: 75%; K3: 50%. Terdapat 9 kombinasi pada perlakuan dan masing-masing perlakuan dengan 3 ulangan.

Parameter Penelitian

Penelitian ini diawali dengan penyemaian benih tembakau (*Nicotiana tabacum* L. Bligon') pada plastik bening kecil berisi media tanam selama 4 minggu dengan penyiraman cukup. Bibit berumur 4 minggu kemudian dipindahkan ke polybag berisi campuran tanah dan kompos (4:1; total 5 kg) serta diberikan perlakuan pupuk nitrogen dengan merk Kujang dalam bentuk urea dengan tiga taraf dosis N1: 0,6 g/polybag; N2: 1,2 g/polybag; N3: 1,8 g/polybag. Setelah aklimatisasi selama 4 minggu tanaman diberi

perlakuan cekaman kekeringan berdasarkan kapasitas lapang K1: 100%; K2: 75%; K3: 50% selama 5 minggu. Penentuan kapasitas lapang dilakukan melalui rumus berikut:

$$KLKA: \frac{b-c}{c-a} \times 100\% \quad KLKL: \frac{d-e}{e-a} \times 100\%$$

$$KL: KLKL-KLKA$$

a. Kadar Klorofil dan Karotenoid

Kadar klorofil a, b, total dan karotenoid diukur berdasarkan metode Harborne (1984) yang dimodifikasi. Sebanyak 0,1 g daun segar dihancurkan menggunakan mortar dan alu, kemudian di ekstraksi dengan aseton 80% sebanyak 10 mL. Ekstrak disaring dan filtratnya diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 645 nm dan 663 nm untuk klorofil, serta 470 nm untuk karotenoid. Perhitungan kadar dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Klorofil Total (mg/L)} = 20,2 \cdot OD_{645} + 8,02 \cdot OD_{663}$$

$$\text{Klorofil a} = 12,7 \cdot OD_{663} - 2,69 \cdot OD_{645}$$

$$\text{Klorofil b} = 22,9 \cdot OD_{645} + 4,68 \cdot OD_{663}$$

(Harborne, 1984)

$$\text{Karotenoid } (\mu\text{mol/g}) =$$

$$\frac{(A_{480} + 0,114 \times A_{663} - 0,638 \times A_{645}) \times V \times 103}{112,5 \times W}$$

(Hendry and Grime, 1993)

Konversi ke mg/g :

$$\text{Kadar klorofil} : \frac{\text{kadar klorofil} \times V}{(1000 \times W)}$$

$$\text{Kadar karotenoid} : \frac{\text{kadar karotenoid} \times V}{(1000 \times W)}$$

Keterangan =

W: Berat daun (0,1 g)

V: Volume ekstrak (3 mL)

b. Indeks Stabilitas Membran

Indeks stabilitas membran diukur menggunakan metode yang dimodifikasi dari Swapna dan Shylaraj (2017). Sebanyak 0,1 g daun dipotong kecil, dimasukkan ke dalam tabung reaksi, dan ditambahkan ddH₂O sebanyak 10 mL. Tabung reaksi ditutup alumunium foil dan diinkubasi pada suhu ruang selama 24 jam. Setelah inkubasi, konduktivitas awal (EC₁) diukur

menggunakan EC meter. Sampel kemudian dipanaskan dalam *waterbath* pada suhu 100°C selama 30 menit lalu didiamkan selama 15 menit hingga suhu menjadi 25°C. Konduktivitas elektrolit akhir larutan (EC₂) diukur setelah pendinginan. Nilai kebocoran elektrolit dihitung menggunakan rumus berikut:

$$EL (100\%) = \frac{EC_1}{EC_2} \times 100$$

(Swapna & Shylaraj, 2017).

c. Kadar Air Nisbi

Kandungan air nisbi diukur dengan metode Mullan and Pietregalla (2011) yang dimodifikasi. Sebanyak 0,1 g daun segar ditimbang sebagai berat segar daun (Wt), lalu direndam 10 mL ddH₂O selama 24 jam pada suhu ruangan dengan pencahayaan konstan dan diukur berat jenuh daunnya. Sampel kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 70°C selama 24 jam atau sampai beratnya konstan. Setelah itu, berat keringnya ditimbang dan dihitung Kadar Air Nisbi dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$RWC (\%) = \frac{(W_t - W_d)}{(W_s - W_d)} \times 100$$

Keterangan :

Wt: berat segar daun (g)

Wd: berat kering daun (g)

Ws: berat jenuh daun (g)

(Mullan & Pietregalla, 2011)

d. Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun

Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang di atas permukaan tanah hingga ujung daun tertinggi pada batang pokok dan dinyatakan dalam satuan centimeter (cm). Sedangkan, jumlah daun dihitung berdasarkan daun yang telah terbuka sempurna, dimulai dari berkas duduk daun pertama hingga pucuk, dan dinyatakan dalam helai. Pengukuran tinggi tanaman dan jumlah daun dilakukan setiap minggu selama 7 minggu setelah perlakuan.

e. Biomassa

Berat kering didapatkan dengan cara tanaman tembakau dipisahkan menjadi bagian akar dan tajuk, kemudian masing-masing dicuci bersih dari sisa media tanam, ditiriskan, dan dikeringkan dalam oven di

suhu 81°C sampai diperoleh bobot yang konstan. Berat kering akar dan tajuk kering ditimbang dan dicatat sebagai data biomassa kering. Selanjutnya, dilakukan perhitungan rasio akar dan tajuk kering yang didapatkan dari berat kering akar dan tajuk. Pengukuran rasio akar tajuk kering dilakukan dengan menggunakan perbandingan dari bobot kering tajuk dan bobot kering akar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Klorofil dan Karotenoid

Klorofil merupakan pigmen utama yang berperan dalam proses fotosintesis karena menyerap energi cahaya untuk sintesis karbohidrat. Klorofil a berfungsi sebagai pigmen utama dalam fotosintesis, sedangkan klorofil b berfungsi sebagai pigmen antena yang mentransfer energi ke klorofil a. Proses biosintesis klorofil b berasal dari konversi klorofil a melalui enzim *chlorophyll a oxygenase* (CAO), sehingga klorofil a umumnya lebih dominan (Soepriyanto *et al.*, 2021).

Kekeringan, interaksi kekeringan dan pupuk nitrogen berpengaruh signifikan terhadap kadar klorofil a, b, dan total serta karotenoid, sedangkan pemberian pupuk nitrogen tidak berpengaruh terhadap kadar pigmen fotosintesis (Tabel 1). Penurunan kapasitas lapang secara signifikan menurunkan kadar klorofil a, b, dan total serta karotenoid. Kekeringan menghambat penyerapan nitrogen yang mengakibatkan terganggunya biosintesis klorofil (Ai and Banyo, 2011). Pemberian pupuk nitrogen menunjukkan tren peningkatan kadar klorofil a, b, dan total serta karotenoid meskipun peningkatannya tidak signifikan.

Interaksi pemberian pupuk nitrogen dan kekeringan berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kadar klorofil a, b, dan total serta karotenoid (Tabel 2). Kadar klorofil tertinggi pada perlakuan dosis pupuk nitrogen 1,8 g/polybag dengan kapasitas lapang 100%. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Rajiman, *et al* (2024) bahwa nitrogen meningkatkan pembentukan protein dan klorofil, mempercepat proses fotosintesis, dan menjadi indikator status nutrisi tanaman. Adanya perlakuan kekeringan berupa kapasitas lapang juga

berpengaruh signifikan terhadap kadar klorofil. Pada kapasitas lapang 100% menghasilkan kadar klorofil yang lebih tinggi dibandingkan pada kapasitas lapang 75% dan 50%, Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Ai & Banyo (2011) bahwa kekurangan air mampu menurunkan sintesis klorofil dan fotosintesis. Pada kapasitas lapang 50%, pemberian pupuk nitrogen 1,2 g dan 1,8 g menunjukkan kadar klorofil yang tetap tinggi. Hal tersebut dapat terjadi dan menurut penelitian Mensah *et al.*, (2006) bahwa defisit air dapat memicu peningkatan klorofil sebagai respons adaptif untuk menangkap lebih banyak cahaya dan meningkatkan efisiensi energi, sebagai bentuk toleransi terhadap kekeringan.

Karotenoid berperan sebagai antioksidan yang melindungi fotosistem dari kerusakan oksidatif dengan menetralkan radikal bebas akibat cekaman dan membantu penyerapan cahaya untuk fotosintesis (Refli *et al.*, 2024). Pupuk nitrogen mendukung pembentukan karotenoid dan meningkatkan klorofil, karena keduanya bekerja sama menyerap cahaya dan melindungi sel dari kerusakan (Smolen & Sady, 2009). Pada kondisi kekeringan tinggi, produksi karotenoid meningkat sebab sifat protektif terhadap klorofil (Refli *et al.*, 2024). Sesuai pada Tabel 2, kandungan klorofil a, b, dan total serta karotenoid pada tanaman tembakau varietas Bligon memiliki nilai tertinggi pada perlakuan pupuk nitrogen 1,8 g/polybag. Hal tersebut didukung temuan Ai and Banyo (2011) bahwa tanaman yang toleran kekeringan memiliki kandungan klorofil dan karotenoid yang lebih tinggi. Pada perlakuan pupuk urea 1.8 g dan kapasitas lapang 100% menunjukkan kadar karotenoid tertinggi (Tabel 2). Hasil tersebut berbanding terbalik dengan penelitian yang dilakukan Refli *et al.*, (2024) yang menunjukkan bahwa perlakuan kapasitas lapang 50% menghasilkan kadar karotenoid tertinggi karena sifat protektif karotenoid terhadap klorofil saat cekaman tinggi. Namun, hasil pada penelitian ini, peningkatan karotenoid saat kondisi optimal menunjukkan adanya sinergi antara pembentukan klorofil dan karotenoid. Nitrogen berperan dalam mendukung biosintesis klorofil dan metabolit sekunder lain, termasuk karotenoid (Smolen & Sady, 2009). Karotenoid memiliki fungsi ganda, baik sebagai pigmen penunjang

fotosintesis maupun sebagai antioksidan protektif. Pada kondisi optimal di kapasitas lapang 100% dengan nitrogen 1,8 g, tanaman cenderung meningkatkan produksi kedua pigmen tersebut secara seimbang untuk mendukung aktivitas fotosintesis yang lebih tinggi. Sedangkan pada cekaman yang berat, peningkatan karotenoid sering kali

terjadi sebagai respons protektif terhadap cekaman, bukan karena peningkatan proses fotosintesis (Refli *et al.*, 2024), sehingga, tingginya kadar karotenoid merefleksikan adanya dukungan nitrogen terhadap sintesis pigmen yang terintegrasi dengan peningkatan fotosintesis, bukan hanya sebagai respons cekaman.

Tabel 1. Rerata pengaruh perlakuan pupuk nitrogen dan cekaman kekeringan terhadap kadar pigmen fotosintesis daun *Nicotiana tabacum* L. 'Bligon'.

Sumbu Variansi	Klorofil a (mg/g)	Klorofil b (mg/g)	Klorofil Total (mg/g)	Karotenoid (mg/g)	ISM (%)	Kadar Air Nisbi (%)
Kekeringan (K)	*	*	*	*	ts	*
100%	1,417±0,25 3 ^q	0,434 ±0,072 ^q	1,845±0,31 9 ^q	0,356±0,05 7 ^q	25,663±12,37 3 ^p	75,564±7,20 9 ^q
75%	0,922± 0,223 ^p	0,278 ±0,063 ^p	1,197±0,28 5 ^p	0,243 ±0,048 ^p	26,467 ±4,967 ^p	71,854±4,27 4 ^{pq}
50%	0,962±0,17 3 ^p	0,286 ±0,053 ^p	1,244±0,22 3 ^p	0,258 ±0,036 ^p	19,409 ± 2,394 ^p	67,103 ±6,252 ^p
Pupuk Nitrogen (N)	ts	ts	ts	ts	ts	ts
N1	1,030±0,31 1 ^x	0,317±0,09 4 ^x	1,343 ±0,402 ^x	0,270 ±0,068 ^x	22,551 ±8,529 ^x	71,091 ±7,098 ^x
N2	1,116±0,28 9 ^x	0,329± 0,087 ^x	1,441 ±0,374 ^x	0,282± 0,055 ^x	24,063±11,19 3 ^x	70,781 ±7,664 ^x
N3	1,154± 0,353 ^x	0,352±0,11 0 ^x	1,502±0,45 8 ^x	0,306± 0,084 ^x	24,924±3,951 x	72,648± 6,198 ^x
K x N	*	*	*	*	ts	ts

Keterangan: Angka dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata atau tidak signifikan pada uji DMRT dengan Tingkat kepercayaan p<0,05. Masing-masing polybag berisi 5 kg media tanam. K×N: Interaksi; *: Signifikan; ts: Tidak signifikan.

Tabel 2. Kadar klorofil a, b, total dan karotenoid mg/g berat segar daun *Nicotiana tabacum* L. 'Bligon' pada 5 minggu setelah perlakuan (MSP) pemberian pupuk nitrogen dan cekaman kekeringan.

Variasi Perlakuan		Klorofil a	Klorofil b	Klorofil Total	Karotenoid
Kapasitas Lapang (%)	Dosis Pupuk N (g/polybag)				
100	0,6	1,292± 0,247 ^a	0,405±0,053 ^{bc}	1,692± 0,297 ^{bc}	0,332± 0,05 ^{bc}
	1,2	1,362 ±0,330 ^{abc}	0,402±0,095 ^{bc}	1,759± 0,423 ^{bc}	0,331± 0,058 ^{bc}
	1,8	1,596±0,105 ^c	0,494 ± 0,023 ^c	2,084 ± 0,088 ^c	0,406 ± 0,040 ^c
75	0,6	0,944±0,368 ^{ab}	0,284 ±0,105 ^{ab}	1,225 ± 0,472 ^{ab}	0,241 ±0,076 ^{ab}
	1,2	0,965±0,197 ^{ab}	0,287± 0,059 ^{ab}	1,248 ± 0,255 ^{ab}	0,252 ± 0,043 ^{ab}
	1,8	0,856± 0,116 ^a	0,264± 0,033 ^a	1,117± 0,149 ^a	0,237± 0,039 ^a
50	0,6	0,853±0,169 ^a	0,261 ±0,060 ^a	1,112 ± 0,229 ^a	0,236 ± 0,034 ^a
	1,2	1,021±0,216 ^{ab}	0,299 ± 0,076 ^{ab}	1,316 ± 0,291 ^{ab}	0,263± 0,035 ^{ab}
	1,8	1,011±0,134 ^{ab}	0,298 ±0,014 ^{ab}	1,306 ± 0,147 ^{ab}	0,275 ± 0,041 ^{ab}

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji DMRT dengan tingkat kepercayaan 95%. Masing-masing polybag berisi 5 kg media tanam

Tabel 3. Indeks Stabilitas Membran dan Kadar Air Nisbi (%) daun *Nicotiana tabacum* L. 'Bligon' pada 5 minggu setelah perlakuan (MSP) pemberian pupuk nitrogen dan cekaman kekeringan.

Variasi Perlakuan		Indeks Stabilitas Membran (%)	Kadar Air Nisbi (%)
Kapasitas Lapang (%)	Dosis Pupuk N (g/polybag)		
100	0,6	24,720±15,517	74,545± 6.771 ^{ab}
	1,2	25,027± 18,927	76,790± 9.290 ^b
	1,8	27,243 ± 2,774	75,357 ± 8.476 ^{ab}
75	0,6	24,537 ±2,922	74,838 ± 2,719 ^a
	1,2	27,703 ±8,944	67,228 ± 2,725 ^{ab}
	1,8	27,160± 1,250	73,495± 2,960 ^{ab}
50	0,6	18,397 ± 1,668	63,892 ±5,623 ^{ab}
	1,2	19,460 ±3,140	68,326 ±7,686 ^{ab}
	1,8	20,370 ± 2,551	69,093±6,482 ^{ab}

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji DMRT dengan tingkat kepercayaan 95%. Masing-masing polybag berisi 5 kg media tanam

Indeks Stabilitas Membran dan Kadar Air Nisbi

Indeks stabilitas membran (ISM) merupakan indikator yang memiliki peran dalam menilai ketahanan tanaman terhadap kekeringan. Terjadinya kerusakan parah pada tanaman akibat kekeringan ditunjukkan melalui kebocoran elektrolit yang semakin tinggi, maka semakin rendah nilai indeks stabilitas membran yang menyebabkan tanaman lebih rentan terhadap kekeringan (Swapna & Shylaraj, 2017).

Cekaman kekeringan menyebabkan kerusakan membran sel yang ditunjukkan melalui penurunan nilai ISM, di mana membran sel menjadi lebih rentan terhadap kerusakan akibat hilangnya air dan peningkatan stress oksidatif. Tanaman dengan nilai ISM yang tinggi menunjukkan kemampuan untuk mempertahankan stabilitas membran, sehingga lebih tahan terhadap kondisi kekeringan (Sharifi *et al.*, 2012). Pemberian pupuk nitrogen berperan penting dalam meningkatkan nilai ISM dan kadar air nisbi tanaman, hal tersebut menunjukkan bahwa tanaman mampu mengatasi stress lingkungan secara fisiologis (Rahardianto *et al.*, 2025; Sharifi *et al.*, 2021). Hasil yang didapatkan sesuai dengan teori yang terjadi, dapat terlihat dari Tabel 3, bahwa nilai indeks stabilitas membran dan kadar air nisbi meningkat seiring dengan peningkatan dosis pupuk nitrogen.

Nilai indeks stabilitas membran pada tanaman tembakau umur 5 minggu, menunjukkan bahwa interaksi antara pemberian pupuk nitrogen dan cekaman kekeringan tidak berpengaruh secara

signifikan dengan taraf kepercayaan 95% (Tabel 1 dan 3). ISM dapat memperlihatkan ketahanan membran sel dalam mempertahankan integritasnya dalam keadaan tercekam. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Sharifi *et al.*, (2012) menyatakan bahwa cekaman kekeringan yang terjadi secara signifikan akan menurunkan nilai ISM karena peningkatan produksi reaktif oksigen (ROS) yang mengakibatkan kerusakan pada struktur membran. Adanya pemberian pupuk nitrogen dapat meningkatkan kandungan klorofil dan enzim antioksidan yang berkaitan langsung dengan stabilitas membran sel. Perlakuan pupuk nitrogen dan cekaman kekeringan tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap nilai indeks stabilitas membran (Tabel 3), yang mengindikasikan bahwa perlakuan tersebut tidak memengaruhi kestabilan membran secara signifikan.

Kadar air nisbi merupakan indikator penting yang menggambarkan antara penyerapan air yang dilakukan oleh akar dengan kehilangan air melalui transpirasi pada daun. Kadar air nisbi ini digunakan untuk mengukur respons tanaman terhadap kekeringan. Penurunan pada kadar air nisbi akan mengakibatkan perubahan potensial osmotik turgor dan air di dalam sel (Rajiman *et al.*, 2024). Tabel 1 menunjukkan bahwa kekeringan berpengaruh signifikan terhadap kadar air nisbi, sedangkan perlakuan pupuk nitrogen maupun interaksi cekaman kekeringan dan pupuk nitrogen tidak memberikan pengaruh terhadap kadar air nisbi (KAN) daun tembakau varietas Bligon pada taraf kepercayaan 95%. Peningkatan

dosis pupuk nitrogen pada cekaman kekeringan tidak secara konsisten menurunkan kadar air nisbi, yang mengindikasikan bahwa tanaman mampu mempertahankan status air daun meskipun berada dalam kondisi cekaman ringan hingga sedang. Pemberian pupuk nitrogen yang berperan dalam mengatur keseimbangan air tanaman, juga terbukti membantu mempertahankan kadar air nisbi saat cekaman, sesuai penelitian yang dilakukan oleh Mihailovic *et al.*, (1992). Pada penelitian yang dilakukan oleh Lazcano-Ferrat & Lovatt (1999) menunjukkan bahwa nitrogen membantu tanaman menjaga tekanan turgor dan meningkatkan efisiensi penggunaan air selama kekeringan.

Cekaman kekeringan berpengaruh secara signifikan terhadap kadar air nisbi daun tembakau varietas Bligon. Kadar air nisbi daun semakin menurun sejalan dengan menurunnya kapasitas lapang (Tabel 1). Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Keyvan (2010) menyatakan bahwa terjadinya peningkatan cekaman kekeringan pada kultivar gandum, maka akan mengakibatkan terjadinya penurunan yang sangat signifikan pada nilai kadar air nisbi. Hal tersebut juga sejalan hasil penelitian Lazcano and Lovatt (1999) bahwa pada tanaman kacang panjang menunjukkan nilai kadar air nisbi akan mengalami penurunan seiring dengan pemberian cekaman kekeringan, sehingga berdampak langsung pada pertumbuhan tanaman.

Tinggi Tanaman, Jumlah Daun dan Biomassa Tembakau

Kekeringan menyebabkan terganggunya proses fisiologis, terutama fotosintesis, akibat terbatasnya ketersediaan air. Penurunan laju fotosintesis berdampak pada berkurangnya hasil asimilasi yang dibutuhkan untuk pembelahan dan pemanjangan sel, sehingga pertumbuhan tanaman, termasuk tinggi tanaman, akan menurun (Patriyawaty & Anggara, 2020). Sementara itu, tanaman yang mampu bertahan dalam kondisi cekaman kekeringan

cenderung akan mengurangi jumlah daunnya sebagai strategi untuk menekan kehilangan air (Wahono *et al.*, 2014).

Berdasarkan Tabel 4, perlakuan kekeringan maupun interaksi antara cekaman kekeringan dan pemberian pupuk nitrogen secara signifikan memengaruhi tinggi tanaman, jumlah daun, berat kering akar, dan tajuk, namun tidak signifikan terhadap rasio akar tajuk. Kekeringan menurunkan jumlah daun secara signifikan. Penurunan ini disebabkan oleh berkurangnya kadar air, terganggunya pembelahan sel, dan percepatan senesens daun tua (Wahono *et al.*, 2014; Aini *et al.*, (2019). Tabel 5 menunjukkan cekaman kekeringan menurunkan tinggi tanaman dan jumlah daun secara signifikan akibat dari penurunan aktivitas fotosintesis karena penutupan stomata (Wahono *et al.*, 2014). Dosis pupuk nitrogen 1,8 g/polybag menghasilkan nilai tertinggi pada tinggi tanaman dan jumlah daun. Nitrogen berperan penting dalam mendukung pertumbuhan vegetatif dan mengurangi dampak negatif cekaman kekeringan. Namun, efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air, karena penyerapan nitrogen menurun dalam kondisi kekeringan ekstrem (Sauwibi, 2012). Perlakuan pemberian dosis pupuk nitrogen pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan dapat meningkatkan jumlah daun, karena nitrogen berfungsi mendukung pembelahan dan pemanjangan sel (Hariyadi *et al.*, 2015). Meskipun jumlah daun cenderung meningkat seiring dengan penambahan dosis nitrogen, namun hasilnya menunjukkan fluktuasi antar perlakuan.

Peningkatan tinggi tanaman berkaitan erat dengan unsur hara makro seperti nitrogen yang berperan sebagai stimulan utama dalam pertumbuhan vegetatif. Nitrogen berperan dalam meningkatkan kadar nitrogen total tanaman, mengaktifkan sel tanaman, serta mempercepat laju fotosintesis. Hal ini akan berdampak pada tinggi tanaman (Atari *et al.*, 2017).

Tabel 4. Pengaruh perlakuan pupuk nitrogen dan cekaman kekeringan terhadap parameter pertumbuhan daun *Nicotiana tabacum* L. 'Bligon'.

Sumbu Variansi	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun	Berat kering akar (g)	Berat kering tajuk (g)	Rasio akar tajuk kering
Kekeringan (K)	*	*	*	*	ts
100%	140,222±6,667 ^t	27,444±0,882 ^q	25,199± 13,190 ^q	98,222± 24,278 ^q	0,278±0,182 ^p
75%	124,222±11,702 ^q	25,000± 2,398 ^p	9,343±2,538 ^p	54,000±3,905 ^p	0,173± 0,045 ^p
50%	112,667±11,979 ^p	24,667±1,414 ^p	11,667± 4,265 ^p	50,889±8,724 ^p	0,230±0,075 ^p
Pupuk Nitrogen (N)	ts	ts	ts	ts	ts
N1	124,333±15,716 ^x	25,667 ±1,936 ^x	13,878±11,589 ^x	60,889±16,458 ^x	0,216± 0,140 ^x
N2	123,778±13,872 ^x	25,111±2,571 ^x	15,754±11,661 ^x	67,444±28,719 ^x	0,238± 0,141 ^x
N3	129,000±17,255 ^x	26,333±1,581 ^x	16,577± 9,434 ^x	74,778± 32,461 ^x	0,228± 0,085 ^x
K x N	*	*	*	*	ts

Keterangan: Angka dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata atau tidak signifikan pada uji DMRT dengan Tingkat kepercayaan $p < 0,05$. Masing-masing polybag berisi 5 kg media tanam. K×N: Interaksi; *: Signifikan; ts: Tidak signifikan

Kekeringan dapat menghambat penyerapan air dan hara, sehingga menurunkan efisiensi fotosintesis dan menghambat pertumbuhan tanaman, termasuk pertambahan tinggi (Patriyawaty & Anggara, 2020). Pada penelitian ini, tinggi tanaman tembakau varietas Bligon yang diberi pupuk nitrogen menunjukkan pertambahan daun pada masing masing kapasitas lapang. Hal ini sesuai dengan Sauwibi (2012) yang menyatakan bahwa peningkatan dosis N tidak selalu meningkatkan tinggi tanaman karena N lebih banyak dialokasikan untuk pembesaran daun, sedangkan pertumbuhan batang terbatas pada daerah kambium dan pucuk.

Berat kering tanaman merupakan akumulasi cadangan makanan, seperti protein, karbohidrat, dan lemak hasil fotosintesis yang tersimpan di batang dan daun. Fotosintesis memerlukan unsur hara, dan semakin banyak unsur hara yang diserap, semakin besar akumulasi fotosintat yang dihasilkan (Nurjanaty *et al.*, 2019). Rasio tajuk dan akar menunjukkan keseimbangan pertumbuhan antar organ; akar yang berkembang baik akan menunjang pertumbuhan bagian tanaman lainnya melalui peningkatan penyerapan air dan hara (Haryadi *et al.*, 2015).

Hasil analisis pada Tabel 6, menunjukkan bahwa perlakuan pupuk

nitrogen dan cekaman kekeringan tidak memberikan perbedaan yang signifikan terhadap berat kering akar, berat kering tajuk, maupun rasio akar tajuk. Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian pupuk nitrogen dan perlakuan kekeringan ringan hingga sedang tidak secara nyata memengaruhi pertumbuhan biomassa tanaman pada umur 5 minggu. Ketersediaan air dan nitrogen merupakan dua faktor penting dalam pembentukan biomassa tanaman. Cekaman kekeringan biasanya menghambat penyerapan air dan hara, serta menurunkan aktivitas fotosintesis, yang berdampak pada penurunan pertumbuhan biomassa (Wahono *et al.*, 2014). Meskipun demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman masih mampu mempertahankan laju pertumbuhan, kemungkinan karena tingkat kekeringan belum mencapai ambang kritis yang menurunkan metabolisme secara signifikan. Rasio akar dan tajuk yang relatif stabil pada semua perlakuan juga mendukung bahwa pertumbuhan akar dan tajuk berlangsung seimbang. Pupuk nitrogen berperan dalam mendukung pembelahan dan pembesaran sel, sehingga meningkatkan berat kering tanaman. Namun, dalam kondisi cekaman ringan, efek nitrogen terhadap biomassa tidak cukup besar untuk menghasilkan perbedaan signifikan (Nurjanaty *et al.*, 2019).

Tabel 5. Tinggi tanaman dan jumlah daun *Nicotiana tabacum* L. 'Bligon' pada 5 minggu setelah perlakuan (MSP) pemberian pupuk nitrogen dan cekaman kekeringan.

Variasi Perlakuan		Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun
Kapasitas Lapang (%)	Dosis Pupuk N (g/polybag)		
100	0,6	144,000±6,083 ^b	27,667±1,528 ^c
	1,2	137,667±6,807 ^b	27,333±0,577 ^{bc}
	1,8	139,000±7,810 ^b	27,333 ±0,577 ^{bc}
75	0,6	118,000±1,000 ^a	24,333±0,577 ^{ab}
	1,2	117,000±2,646 ^a	23,667±3,512 ^a
	1,8	137,667±11,504 ^b	27,000±1,000 ^{bc}
50	0,6	111,000±6,557 ^a	25,000±1,732 ^{abc}
	1,2	116,667 ±16,803 ^a	24,333±1,528 ^{ab}
	1,8	110,333± 14,572 ^a	24,667±1,528 ^{abc}

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji DMRT dengan tingkat kepercayaan 95%. Masing-masing polybag berisi 5 kg media tanam.

Tabel 6. Biomassa daun *Nicotiana tabacum* L. 'Bligon' pada 5 minggu setelah perlakuan (MSP) pemberian pupuk nitrogen dan cekaman kekeringan.

Variasi Perlakuan		Berat Kering Akar (g)	Berat Kering Tajuk (g)	Rasio Akar dan Tajuk Kering
Kapasitas Lapang (%)	Dosis Pupuk N (g/polybag)			
100	0,6	24,877± 16,050 ^{ab}	80,667±6,506 ^b	0,320±0,231
	1,2	25,983±16,656 ^b	97,333±34,356 ^{bc}	0,305± 0,243
	1,8	24,737 ±12,629 ^{ab}	116,667±12,702 ^c	0,210±0,096
75	0,6	7,663± 0,699 ^a	52,000±4,359 ^a	0,148± 0,011
	1,2	7,963 ± 0,452 ^a	54,000± 4,583 ^a	0,148± 0,014
	1,8	12,403± 1,985 ^{ab}	56,000± 3,000 ^a	0,223± 0,047
50	0,6	9,093±2,317 ^{ab}	50,000±11,790 ^a	0,181±0,012
	1,2	13,317 ± 3,060 ^{ab}	51,000 ± 9,000 ^a	0,260±0,021
	1,8	12,590 ±6,539 ^{ab}	51,667± 9,074 ^a	0,250±0,128

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji DMRT dengan tingkat kepercayaan 95%. Masing-masing polybag berisi 5 kg media tanam

Rasio akar tajuk yang tinggi menunjukkan dominansi pertumbuhan tajuk akibat translokasi fotosintat yang lebih besar. Perlakuan dengan kapasitas 100% dan dosis nitrogen 1,8 g menghasilkan rasio akar tajuk lebih rendah, yang menunjukkan pertumbuhan lebih fokus ke tajuk (Tabel 6). Hal ini sejalan dengan Nurjanaty *et al.*, (2019) bahwa peningkatan dosis pupuk nitrogen cenderung mendorong pertumbuhan tajuk. Ketersediaan air dan hara mendukung fotosintesis dan meningkatkan produktivitas tanaman secara keseluruhan (Hariyadi *et al.*, 2015).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa pemberian pupuk nitrogen berpengaruh terhadap peningkatan respons fisiologis tanaman pada umur 5 minggu setelah perlakuan. Respons tersebut

ditunjukkan dengan meningkatnya kadar klorofil a, klorofil b, klorofil total dan, kadar karotenoid. Selain itu, peningkatan dosis pupuk nitrogen juga mendukung pertumbuhan tanaman melalui peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, berat kering akar tajuk, dan rasio akar tajuk. Dosis optimal yang memberikan respons fisiologis dan pertumbuhan terbaik dalam kondisi cekaman kekeringan adalah 1,8 g pupuk nitrogen 5 kg media tanam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh pendanaan dari Hibah Penelitian Kolaborasi Dosen dan Mahasiswa Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada Tahun 2024 dengan nomor kontrak NOMOR:1171 /UN1/FBI.1/KSA/PT.01.03/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Ai, N.S., dan Y. Banyo. 2011. Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(2): 166-173. DOI: <https://doi.org/10.35799/jis.11.2.2011.202>
- Amalina, A.N., Darsono., and M. Ferichani. 2020. Analisis efisiensi penggunaan input produksi pada usaha tani tembakau di Kecamatan Eromoko, Kabupaten Wonogiri. *AGRISTA*. 8(3): 110-121. Retrieved from: <https://jurnal.uns.ac.id/agrista/article/view/50776/31374>
- Atari, N., Murdiono, W.E., and Koesriharti. 2017. Pengaruh Pupuk Kompos UB Dan Pupuk Nitrogen Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi Bunga. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(12): 1936-1941. DOI: <https://doi.org/10.21176/PROTAN.V5I12.590>
- BALITTAS. Varietas Bligon 1. sitembakau.balittas.or.id. Diakses pada tanggal 17 Januari 2024, jam 19.26. Retrieved from: <https://repository.pertanian.go.id/items/462aecd7-f354-441e-b3ea-7a5be99e0bc8>
- Budiman. 2013. Pengaruh pemupukan nitrogen dan stres air terhadap bukaan stomata, kandungan klorofil dan akumulasi prolin tanaman rumput gajah (*Penunisetum purpureum* Schum). *JITP*, 2(3): 159-166. Retrieved from: <https://www.e-jurnal.com/2014/07/pengaruh-pemupukan-nitrogen-dan-stres.html>
- Fadli, A., Irsal., dan E.S. Bayu. 2014. Tanggapan pertumbuhan dan produksi tembakau deli (*Nicotiana tabacum* L.) terhadap pemberian vermikompos pada beberapa tingkat pemberian air. *Jurnal Online Agroteknologi*, 2(4): 1572-1578. DOI: <https://doi.org/10.32734/jaet.v2i4.8461>
- Hendry, G.A.F. dan J.P. Grime. 1993. Methods on comparative plant ecology a laboratory manual. Champman and Hill. London. P. 40, 46. Retrieved from: <https://www.amazon.com/Methods-Comparative-Plant-Ecology-laboratory/dp/0412462303>
- Haryadi, D., Yetti, H., dan S.Yoseva. 2015. Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Pupuk Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kailan. (*Brassica alboglabra* L.). *Jom Faperta*, 2(2): 1-10. Retrieved from: <https://www.neliti.com/publications/199801/pengaruh-pemberian-beberapa-jenis-pupuk-terhadap-pertumbuhan-dan-produksi-tanama>
- Kagoya, T., Dharma, I.P., dan I.N. Sutedja. 2018. Pengaruh pemberian dosis pupuk urea terhadap pertumbuhan tanaman bayam cabut putih (*Amaranthus tricolor* L.). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 7(4): 575-584. Retrieved from: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JAT>
- Keyvan, S. 2010. The effect of drought stress on yield, relative water content, proline, soluble carbohydrates and chlorophyll of bread wheat cultivars. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 8(3): 1051-1060. Retrieved from: <http://www.biosciences.elewa.org/JAPS>;
- Lazcano-Ferrat, I., dan C. J.Lovatt. 1999. Relationship between relative water content, nitrogen pools, and growth of *Phaselous vilgaris* L. and *P. Acutifolius* A.Fray during water deficit. *Crop Science*, 39(2): 467-475. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1999.0011183X0039000200028x>
- Mensah, J.K., Obadoni, B.O., Eruotor, P.G., dan Onome-Irieguna, F. 2006. Simulated flooding and drought effect on germination, growth, and yield, parameters of sesame (*Sesamum indicum* L.). *African Journal of Biotechnology*, 5(13): 1249-1253. Retrieved from: <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/43092>
- Mihailovic, N. Jelic, G.m Filipovic, R., Djurdjevic, M., dan Z. Dseletovic. 1992. Effect of nitrogen form on maize response to drought stress. *Plant and Soil*, 144: 191-197. Retrieved from: <https://www.jstor.org/stable/42939219>

- Mullan, D dan J. Pietragalla. 2011. Leaf relative water content, in A. Pask, J. Pietragalla, D, Mullan and M. Reynolds (eds). *Physiological breeding ii: a field guide to wheat phenotyping*. CIMMYT. Mexico, pp. 25-26. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/n/268743172_Physiological_Breeding_II_A_Field_Guide_to_Wheat_Phenotyping
- Nurjanty, N., Linda, R., dan Mukarlina. 2019. Pengaruh cekaman air dan pemberian pupuk daun terhadap pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Protobiont*, 8(3): 6-11. DOI: <https://doi.org/10.26418/protobiont.v8i3.36700>
- Patriyawaty, N.R., dan G.W.Anggara. 2020. Pertumbuhan dan hasil genotipe kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada tiga tingkat cekaman kekeringan. *Agromix*, 11(2): 151-165. DOI: <http://dx.doi.org/10.35891/agx.v11i2.2024>
- Rahardianto,A., Raharjo, S.Y., Nugroho, S,L., Purwinto, R.S., Soleh, M.B., and B. Suhiharto. 2025. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Morfologi dan Kandungan Klorofil pada Tanaman Sorgum (*Sorgum bicolor* L. Moench). *Jurnal Ilmu Dasar*, 26(1): 8-17. Retrieved from: <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JID>
- Rajiman., Megawati, S., Anshori, A., dan T. Martini. Pengaruh jarak tanam dan pupuk anorganik terhadap biomassa, klorofil, dan kadar air relatif daun bawang merah fase vegetatif. *Jurnal Pertanian Agors*, 26(1): 5185-5195. DOI: <http://dx.doi.org/10.37159/jpa.v26i1.3954>
- Refli., Dima, A.O.M., Mauboy, R.S., Amalo, D., Momo, A.N., dan P.Yunista. 2024. Morfologi dan fisiologi tanaman wijen (*Sesamun indicum* L.) lokal Maumere yang diinduksi cekaman kekeringan. *Jurnal Biotropikal Sains*, 21(2): 46-55. Retrieved from: <https://ejurnal.undana.ac.id/index.php/biotropikal/issue/download/734/6-Morfologi%20dan%20Fisiologi>
- Sauwibi, D.A., Muryono, M., dan F. Hendrayana. 2011. Pengaruh pupuk nitrogen terhadap pertumbuhan dan produktivitas tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) varietas prancak pada kepadatan populasi 45.000/ha di Kabupaten Pamekasam, Jawa Timur. *Jurnal Biologi FMIPA*, 1-15. Retrieved from: <https://text-id.123dok.com/document/qv863n0z-pengaruh-pupuk-nitrogen-terhadap-pertumbuhan-dan-produktivitas-tembakau-nicotiana-tabacum-l-varietas-prancak-pada-kepadatan-populsi-45-000ha-di-kabupaten-pamekasam-jawa-timur-dzulfikar-ali-sauwibi.html>
- Sharifi, P., Amirnia, R., Majidi, E., Hadi, H., Roustaii, M., Nakhoda, B., Alipoor, H.M., dan F.Moradi. 2012. Relationship between drought stress and some antioxidant enzymes with cell membrane and chlorophyll stability in wheat lines. *African Journal of Microbiology Research*, 6(3): 617-623. DOI: 10.5897/AJMR11.1167
- Smolen, S., dan W.Sady. 2009. The effect of various nitrogen fertilization and foliar nutrition regimes on the concentrations of sugars, carotenoids and phenolic compounds in carrot (*Daucus carota* L.). *Scientia Horticulturae*, 120: 315–324. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.11.029>
- Soepriyanto, S., Sulistyawati., dan R.T.Purnamasari. 2021. Pengaruh pemberian berbagai jenis pupuk nitrogen terhadap jumlah klorofil daun kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*, 5(1): 23-31. Retrieved from: <https://jamp-jurnal.unmerpas.ac.id/index.php/jamppe rtanian/article/view/54/51>
- Swapna, S dan S. Shylaraj. 2017. Sreening for osmotic stress responses in rice varietas under drought condition. *Rice Science*, 6(1): 26-34. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2017.04.004>

- Triadiawarman, D., D. Aryanto., dan J. Krisbiyantoro. 2022. Peran unsur hara makro terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah (*Alium cepa* L.), *Jurnal Agrifor*, 1: 27-32. Retrieved from: <http://ejurnal.untag-smd.ac.id/index.php/AG/article/view/5795>
- Wahono, E., Izzati, M., dan S.Parman. 2014. Interaksi antara tingkat ketersediaan air dan varietas, terhadap kandungan prolin serta pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr). *Jurnal Biologi*, 3(3): 65-74. Retrieved from: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/biologi/article/view/19453>